

IL RAME NELL'EDILIZIA BIOECOLOGICA

Alessandro Taidelli Palmizi

L'architettura bioecologica è una concezione organica ed interattiva tra clima - ambiente costruito - essere umano - natura, che si propone di realizzare manufatti mirati al massimo benessere globale del fruttore e dell'intera comunità sociale.

Essa si propone inoltre di dare attuazione all'insediamento edilizio individuale o collettivo di nuova costruzione o di recupero con attività compatibili coi processi naturali di occupazione del suolo aventi lo scopo prioritario di tutelare l'ambiente naturale attraverso una costante verifica di eco-compatibilità di materiali e procedure.

Secondo il manifesto per un'architettura bioecologica propugnato dall'A.N.A.B. (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica), i punti basilari e qualificanti di questa concezione del costruire sono:

- L'indagine preliminare per individuare, localizzare e misurare gli elementi perturbatori ed inquinanti che possono sussistere nell'ambiente, nei materiali e negli impianti;

- L'analisi della potenzialità energetica del sito, che dovrà essere utilizzata al massimo grado usando solo impianti tecnologici ecocompatibili ridotti al minimo indispensabile per ottenere un livello accettabile di benessere e un microclima sempre gradevole in un ambiente naturale riequilibrato;

- La tutela e la salvaguardia dell'ambiente, anche in caso di inserimenti che devono soddisfare alla condizione di compatibilità;

- I criteri di scelta dei materiali, che devono rispondere ai seguenti punti fondamentali:

- 1) siano possibilmente reperibili in loco;
- 2) si privilegino quelli naturali non nocivi, a basso consumo energetico nella produzione che non siano stati resi inquinanti da trasformazioni strutturali che modifichino la loro composizione chimica e la loro struttura molecolare;
- 3) in ogni fase di utilizzo e trasformazione essi conservino costantemente la propria bioecologicità;
- 4) siano riciclabili;

In base a questi criteri si può affermare con certezza che il rame:

- è un materiale naturale
- non altera il campo magnetico terrestre (amagnetico)
- non rilascia sostanze tossiche
- ha un ridotto contenuto energetico del metallo
- ha un ciclo produttivo a basso impatto ambientale
- è un materiale totalmente riciclabile e riciclato in virtù del suo elevato valore economico

Che ruolo può avere il rame sia nel campo dell'architettura che in quello impiantistico nel contesto di questa antica e "nuova" concezione del costruire?

È certo che dal secondo dopoguerra il rame ha assunto un'importanza fondamentale nello sviluppo dapprima di un'architettura colta e indirizzata verso una qualità del costruire per un certo tipo di committenza pubblica e privata, dove la copertura di rame e gli elementi accessori, gronde e pluviali che costituiscono il sistema di smaltimento delle acque meteoriche sono da sempre considerati sinonimi di sicurezza, tenuta agli agenti atmosferici e durata praticamente illimitata nel tempo.

Anche nell'ampio mercato del recupero che da alcuni decenni è diventato il leit-motiv di riferimento nel settore edilizio giacché in termini globali di valore economico degli interventi esso ha superato da tempo quello delle nuove costruzioni, il rame è diventato un materiale tradizionalmente affidabile e con valenze estetiche determinate dalla sua qualità cromatica, tali da adattarsi perfetta-

mente alle delicate necessità di salvaguardia del patrimonio artistico e architettonico dei centri storici del nostro Paese, come testimoniano numerosi interventi accettati senza ostacoli di sorta dalle Sovrintendenze ai beni architettonici e ambientali.

Le coperture di rame, dunque, si sono progressivamente affermate in tutti i comparti dell'edilizia civile: dagli edifici religiosi da sempre tradizionali fruitori del rame come simbolo di durata nel tempo, ai teatri e agli edifici sede di enti pubblici, agli edifici del terziario di committenti di rilevante importanza come banche e compagnie di assicurazioni fino all'edificio pluripiano in condominio e alla villetta unifamiliare di proprietà del ceto medio.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnici relativi alla scelta della geometria dell'elemento in lastra che costituisce la copertura e alla sua posa in opera esiste da tempo una esaustiva documentazione tecnica come ad esempio il recente libro "Il Rame sui Tetti, progettazione e realizzazione" scritto dall'ing. Cesare Comoletti per l'editore Electa nel 1994 e distribuito dall'Istituto Italiano del Rame. C'è da rilevare comunque che già dal 1964 con l'edizione "Il rame nell'architettura, i tetti" edito dal CISAR (Centro Italiano Sviluppo Applicazioni Rame) si erano gettate le basi culturali e tecniche per una diffusione del rame nell'architettura civile e la scelta del rame per alcuni edifici effettuata da noti architetti italiani, considerati oggi i maestri dell'architettura moderna in Italia, conferma la validità di questo materiale sul piano artistico, tecnico ed estetico.

In campo normativo invece, viene finalmente colmata una lacuna nell'informazione agli operatori del settore edilizio con la pubblicazione nel 1994 delle norme UNI 10372, un codice per l'esecuzione delle coperture discontinue con elementi metallici in lastre dove le istruzioni diventano più chiare e i disegni dei dettagli costruttivi più aderenti alle tecniche di esecuzione delle coperture in rame più comuni nel nostro Paese.

L'importanza di questa norma, nel panorama delle nostre coperture discontinue, è tale che proprio l'Istituto Italiano del Rame, con opera meritoria, ha acquisito dall'UNI la possibilità di riprodurre questo codice e lo distribuisce ampiamente a seminari e convegni, in modo da raggiungere con queste preziose informazioni tecniche il maggior numero di operatori del settore edilizio sparsi in tutte le regioni italiane.

Il rame, nelle variegate forme che può assumere sottolineando architettonicamente, con segni forti e incisivi o appena accennati, le più svariate geometrie del tetto dell'edificio, lasciando all'architetto o all'ingegnere civile una grande libertà compositiva, entra, come materiale tradizionale per la realizzazione delle coperture, in perfetta sintonia con gli altri materiali naturali: laterizio, pietra, legno, intonaci di calce ecc. che connotano solitamente le superfici dell'architettura bioecologica come in questo esempio di una villetta unifamiliare sita nell'Alpago in provincia di Belluno (fig. 1).

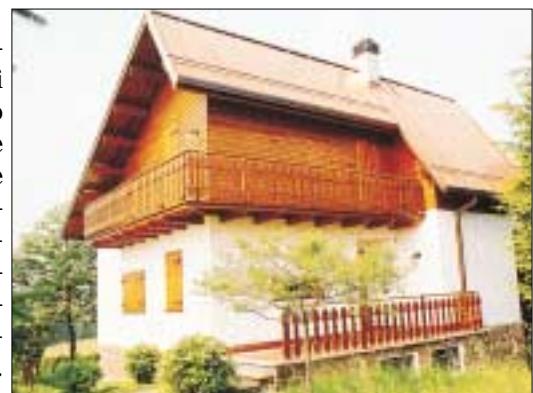


Fig. 1

Se dall'aspetto estetico ci spostiamo sul piano della tecnica costruttiva e sui requisiti che le coperture di rame debbono avere in particolare nelle zone ad elevato soleggiamento estivo vediamo come con esse sia possibile risolvere il problema utilizzando la tecnica del tetto ventilato.

Nei mesi estivi, infatti la copertura metallica di riscalda notevolmente sotto l'azione dei raggi solari e a seconda del colore assunto nel tempo a seguito dell'ossidazione naturale può raggiungere temperature superficiali di 70° C o più, e quindi una considerevole quantità di calore attraversa la struttura portante della copertura creando condizioni termoigrometriche non accettabili negli ambienti sottostanti, siano essi occupati o meno.

Per ovviare a questo inconveniente si pratica dunque la ventilazione delle falde del tetto, infatti in questo modo una buona parte del calore assorbito dalla lastra metallica viene ceduto all'aria in movimento nella parte sottostante.

La quantità di calore smaltito dall'intercapedine ventilata sotto il manto di copertura dipende sia dallo spessore di detta intercapedine, sia dalla lunghezza e dalla pendenza delle falde del tetto. Recenti studi compiuti in materia dall'architetto Giovanni Zannoni dell'Istituto Universitario di

Architettura di Venezia, responsabile scientifico nell'ambito di una ricerca svolta all'interno del Progetto Finalizzato Edilizia del CNR sottoprogetto 3, qualità ed innovazione tecnologica del cui gruppo di lavoro faceva parte, tra gli

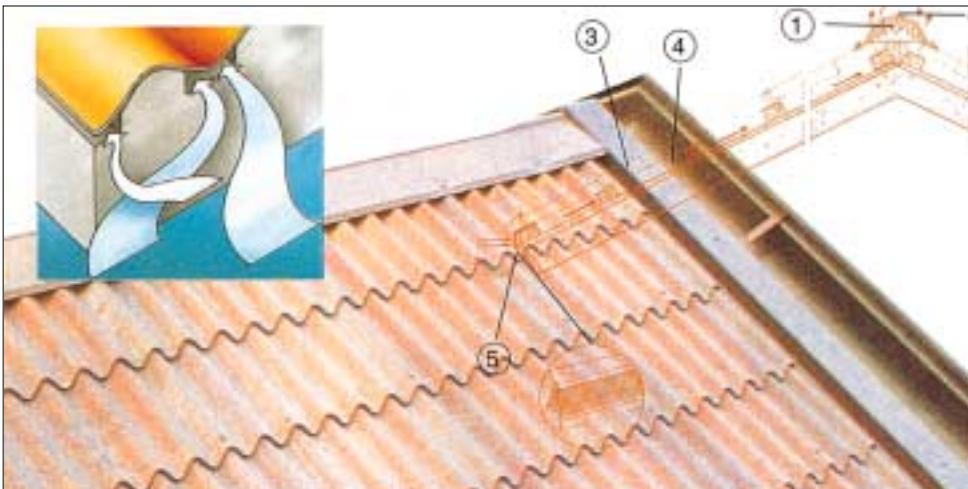


Fig. 2

altri, il prof. ing. Giorgio Raffellini del Dipartimento Processi e Metodi della Produzione Edilizia, Facoltà di Architettura dell'Università di Firenze, hanno dimostrato con prove simulate in laboratorio sufficientemente attendibili su un modello sperimentale di falda inclinata lunga 8 metri e larga 2,40 m che lo spessore ideale dell'intercapedine ventilata è dell'ordine di 9 cm ben superiore ai 3 - 4 cm della stragrande maggioranza delle attuali proposte del mercato che offre sistemi per tetti ventilati che presentano invece soltanto una microventilazione sotto tegola.

A titolo di informazione gli esperimenti hanno dimostrato che con una temperatura del manto di copertura di 60° C ed una pendenza ad esempio del 30% della falda, la temperatura media dell'aria in uscita dalla parte superiore della falda varia dai 44,5° C con una intercapedine di 3 cm fino a 34,7° C con una intercapedine di 9 cm; dunque un incremento dello spessore dell'intercapedine di soli 6 cm comporta una diminuzione della temperatura dell'aria in uscita di circa 10° C e quindi in definitiva si riduce la quantità di calore trasmessa dalla copertura agli ambienti sottostanti senza che si debbano prevedere forti spessori di materiale isolante da applicare sotto l'orditura lignea che sorregge il manto di copertura.

Nel settore delle coperture in rame una possibile soluzione a questo non facile problema è offerta dalle lastre in TEGOSTIL coibentate che prevedono una complessa canalizzazione tra le lastre di metallo e la lastra isolante tale da permettere una sufficiente circolazione d'aria sotto la falda del tetto (microventilazione). (fig. 2)

C'è inoltre da tener presente che le variazioni di temperatura e umidità, particolarmente sensibili in primavera ed in autunno, provocano talvolta la condensazione di goccioline d'acqua sotto il manto di copertura specie se metallico, causa questa di deterioramento dell'intelaiatura di sostegno (listelli in legno) del manto di copertura stesso.

A questo inconveniente si ovvia altresì con la ventilazione dell'intercapedine tra la copertura metallica e la struttura lignea sottostante.

Nel settore dell'edilizia bioecologica dove l'imperativo è ricorrere sempre, quando conveniente, all'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia, i tetti di rame sia nella configurazione della classica lamiera grecata, sia in quella di tegole a losanga o marsigliesi, possono diventare il supporto di base per una sorta di collettore solare-scambiatore atmosferico definito "tetto energetico" (fig. 3) da realizzare collegando una rete di tubazioni a griglia sopra il manto di copertura in rame, in modo che facendo scorrere un fluido termovettore (acqua o acqua-glicol) questo possa raccogliere l'energia termica da utilizzare a seconda delle stagioni per il riscaldamento invernale degli ambienti, per l'acqua calda sanitaria o il riscaldamento di una piscina.

Benché i costi limitati mettano a disposizione superfici anche ampie, l'energia che il tetto può raccogliere è evidentemente a basso livello termico e, come tale, può trovare impiego in generale solo



Fig. 3

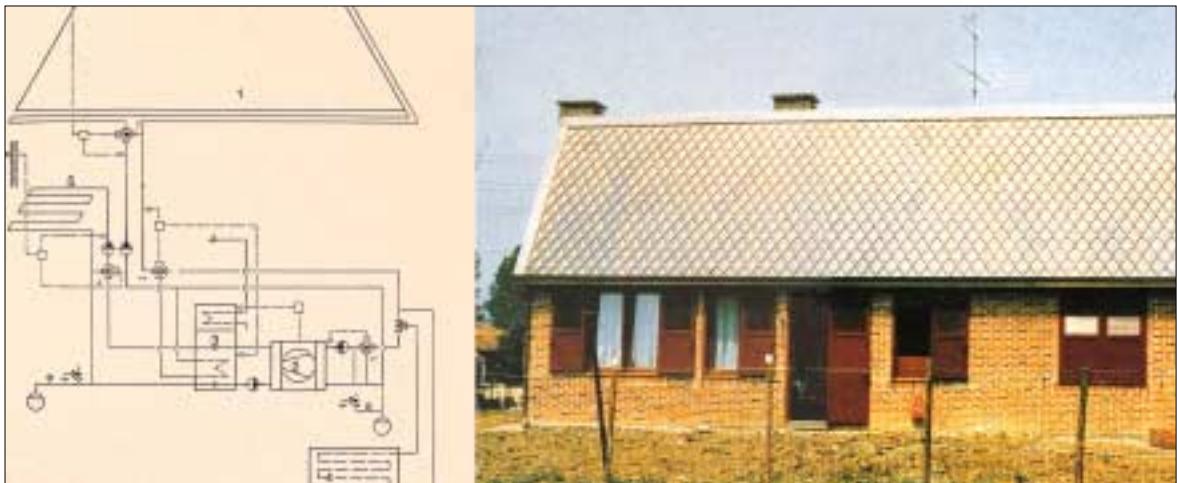


Fig. 4

con l'impiego di pompe di calore acqua-acqua.

Ne risulta dunque una versione particolarmente interessante di pompa di calore elioassistita, con costi limitati per la superficie captante (circa 1/4 del costo di un collettore solare piano con superficie selettiva) e con la possibilità di utilizzo della cosiddetta energia atmosferica, cioè dell'energia termica prelevata soprattutto dall'aria, sia sotto forma sensibile sia mediante condensazione del vapore acqueo.

In assenza di radiazione solare il tetto energetico si comporta come una sorta di estesa batteria di scambio con l'aria, senza gli inconvenienti tipici di questa (rumorosità, energia elettrica richiesta al ventilatore, brinamenti).

In un clima piuttosto mite come quello prevalente in Italia, il tetto energetico si presta ad essere dunque un'interessante sorgente per pompe di calore nel riscaldamento degli edifici.

Anche se un tetto energetico ha parecchie caratteristiche simili a quelle di un collettore solare e si è tentati perciò di paragonarlo ad esso, benché privo di copertura trasparente, le modalità di funzionamento sono sensibilmente diverse.

Infatti, se il tetto è accoppiato ad una pompa di calore, la sua temperatura operativa è sovente inferiore alla temperatura ambiente esterna e quindi più che di dispersioni si deve parlare piuttosto di guadagni: questi non sono valutabili con una semplice modifica di segno degli scambi termici poiché si può avere condensazione del vapor d'acqua, eventualmente brinamento, guadagni termici dalla pioggia e, qualora il tetto sia ventilato, anche la faccia posteriore della superficie può essere utile.

Nel funzionamento estivo la somiglianza con il collettore solare è maggiore, pur sempre con differenze rilevanti: l'elemento assorbente non è dotato di isolamento posteriore, le sue dimensioni sono quasi sempre dell'ordine di grandezza della falda del tetto e quindi assai maggiori di quelle di una piastra di collettore.

L'isolamento posteriore può derivare dallo strato d'aria interposto fra elemento assorbente e superficie d'appoggio e reso immobile, impedendo ogni ventilazione ma in questo caso l'ambiente sottostante la copertura dovrà essere ventilato per evitare condizioni di benessere inaccettabili per gli occupanti, meglio se si tratta di un sottotetto non praticabile e dunque non abitabile che può essere permanentemente ventilato, in caso contrario il tetto energetico dovrà essere adeguatamente isolato sul rovescio con materiali coibenti di idoneo spessore (6-8 cm).

Anche le modalità di scambio termico sono diverse, perché, anche se l'aria ferma si può considerare come uno strato d'isolante, esistono scambi termici per radiazione fra elemento assorbente e superficie d'appoggio e fattore ancora più importante assume il coefficiente di convezione con l'aria ambiente, che influisce solo limitatamente nei collettori dotati di copertura trasparente, mentre nel tetto energetico può condizionarne completamente le prestazioni specie in presenza di vento.

D'altra parte anche se la velocità del vento è nulla si ha comunque scambio termico per convezione naturale legato alla differenza di temperatura fra la piastra metallica e l'aria con coefficienti tanto più alti quanto maggiore è tale differenza di temperatura.

Nei mesi estivi la mancanza di una copertura trasparente diventa meno importante anche se le dispersioni sono prevedibilmente assai elevate non appena la temperatura operativa del tetto energetico supera di pochi gradi la temperatura ambiente.

In ogni caso è certo che il tetto energetico può essere convenientemente utilizzato tutto l'anno per il riscaldamento di acqua sanitaria, almeno per località non particolarmente ventose, largamente presenti nel nostro Paese.

Sperimentazioni effettuate su sistemi reali dimostrano che con il tetto energetico a superficie selettiva e valori moderati del coefficiente di convezione, si ottiene un guadagno di energia utile attorno a 2/3 di quella che può dare un buon collettore solare mentre nell'ipotesi meno favorevole si può comunque ottenere circa 1/3.

Ciò però, a fronte di costi decisamente più bassi sia dei componenti che di installazione rispetto a un impianto solare tradizionale con collettori piani a superficie selettiva senza contare il vantaggio che il tetto energetico assolve pienamente le funzioni di una copertura tradizionale, non occupando inoltre ulteriori spazi e con un risultato estetico decisamente migliore (fig.4) di quello dei collettori solari che oltretutto hanno non pochi problemi di integrazione nelle coperture (ingombri, inclinazione secondo l'uso e la latitudine del luogo, tenuta all'acqua dei sostegni sul tetto, passaggio delle tubazioni del circuito fluido termovettore, pulizia del vetro di copertura della cassa di contenimento ecc.).

I tetti di rame dunque possono pienamente assolvere alle funzioni di elementi di copertura garantendo nel tempo tutti i requisiti richiesti dal delicato e complesso sistema che la costituisce con la possibilità ulteriore di diventare, come abbiamo detto poc'anzi, delle superfici per la raccolta di energia solare e atmosferica.

C'è da aggiungere infine che essi sono pure ideali per realizzare impianti parafulmine di cui il più noto di essi, la cosiddetta "gabbia di Faraday" può per la sua stessa conformazione essere costituita come base dalla stessa copertura di rame e dai componenti accessori pure di rame come pluviali, gronde, scossaline che dovranno essere semplicemente collegati elettricamente fra di loro con una corda di rame (fig. 5) collegata ad opportuni dispersori nel terreno.



Fig. 5

GLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO BIOECOLOGICI CON TUBO DI RAME

Se dal settore edilizio ed in particolare da quello delle coperture per gli edifici ci spostiamo nel settore degli impianti laddove, come noto, l'introduzione del tubo di rame è stata fondamentale per uno sviluppo straordinario di questi, a partire dalla fine degli anni '50, possiamo affermare senza tema di smentite, che questo materiale ha consentito di realizzare già da allora impianti a bassa temperatura il cui livello di comfort per gli occupanti non aveva eguali in precedenza.

Specificatamente nel settore dell'edilizia bioecologica, un sistema di riscaldamento riscoperto in Italia nella seconda metà degli anni '80 dopo un fallimentare tentativo di vent'anni prima, sembra promettere un interessante sviluppo quantitativo.

I corpi scaldanti che lo costituiscono sono denominati convettori a zoccolo o a battiscopa, alias base-boards, sono stati inventati negli U.S.A. nel secondo dopoguerra ed in Europa vennero importati per la prima volta negli anni cinquanta. In alcuni stati americani fino al 95% degli "Hydronic Systems" (riscaldamenti ad acqua calda) venivano costruiti con questi convettori a zoccolo.

Negli Stati Uniti, i base-boards sono merce fabbricata su larga scala costituiti da lamiera d'acciaio laccata di bianco il cui costo di produzione è molto basso, non superando i cinque dollari al metro. Per il gusto del pubblico europeo questi apparecchi avevano l'aspetto troppo "di latta", ragion per cui nei nostri paesi non si verificarono le grosse vendite inizialmente previste.

In Germania, Karl Bormann della Caliqua di Monaco, creò nel 1953, dopo un viaggio in America, il "convettore a zoccolo", un apparecchio con uno scambiatore di calore zincato a fuoco che poteva essere integrato nei sistemi di riscaldamento ad acqua calda ad alta pressione.

La Ditta Buderus sviluppò una costruzione ad elementi di ghisa uniti da nipples. Con il Nome "Provitherm" le grandi Aziende Ahlmann, Brotje, Projahn e Viessmann misero sul mercato un modello comune.



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

"Plange's Fussleistenheizung" era il nome di un convettore a zoccolo con il quale un commerciante di farina di Amburgo diede vita ad una diversificazione aziendale.

Più tardi a Colonia ci fu un modello costruito della General Automatic con il nome "General-Atlantic", abbreviato di seguito in "Gentic".

Da qui ebbero origine i primi e veramente utilizzabili documenti di calcolo e di preventivi realizzati dai tedeschi, come anche un modello di convettore a zoccolo ben studiato in lamiera d'acciaio stratificata.

L'iniziativa richiese molto energia a causa dei diverbi giuridici riguardanti i rendimenti troppo alti dichiarati dalla concorrenza.

"Evitherm", a quei tempi venduto dalle Aziende Metallurgiche Tedesche Riunite, era uno dei bersagli preferiti.

Un tale di nome Pfannenberg, allevatore, presentò nel 1965 una variante "sterilizzabile" in acciaio legato speciale e con questo corpo scaldante voleva riscaldare gli ospedali.

Anche la Protherm di Zurigo e la Tasso a Vienna volevano partecipare.

Il primo grande impianto, un insediamento abitativo di 1500 abitazioni, fu realizzato nel 1965 per le persone che persero la casa durante l'alluvione di Wilhelmsburg.

Però in questo caso l'utilizzo del riscaldamento radiante con i convettori a battiscopa non ricevette sufficiente attenzione, e si fece subito silenzio intorno ad esso.

In Italia, già nel 1966, la Ditta Jucker di Milano, tuttora esistente, in continuo contatto con le sue case licenziatarie americane propose una versione del convettore a zoccolo assai perfezionata denominata "Clima" e più tardi nel 1968 la Ditta Bonori con sede in provincia di Bologna propose a sua volta un convettore a zoccolo con tubo di rame con diametro esterno di 24 mm e pacco lamellare in alluminio con altezza di 15 cm e profondità di 8 cm per una lunghezza massima di 2,5 metri.

I motivi di tale proposta non erano però quelli di riscaldare le case con corpi scaldanti a bassa temperatura per radiazione, ma piuttosto quelli di offrire corpi scaldanti idonei a fronteggiare le dispersioni di grandi vetrate allora in fase di forte sviluppo nelle costruzioni concepite dall'architettura moderna.

Le rese termiche infatti erano calcolate partendo da una temperatura media dell'acqua di 70° C contro i 50-55° C che si utilizzano attualmente nel riscaldamento bioecologico.

L'azienda tedesca Hydrotherm si unì ad un gruppo industriale americano, il quale fabbrica oggi negli Stati Uniti, su una scala inimmaginabile, i "convettori a battiscopa Evitherm".

Così sul mercato tedesco rimase il modello dalla forma originaria del "base-boards" americano, mantenuto fino ai giorni nostri.

In Italia, dopo il fallimento di questo sistema di riscaldamento proposto alla fine degli anni sessanta, c'è voluta la corrente culturale dell'Architettura bioecologica per rivalutare nella "giusta dimensione" il convettore a zoccolo o a battiscopa che dir si voglia, per il riscaldamento sano ed energeti-

camente poco dispendioso delle case "Bio", sistema che nel momento attuale sta conoscendo appunto una fase di crescita interessante.

Le esperienze positive non sono mancate dalla ormai conosciuta Casa di Pagnacco (UD) realizzata in Friuli nel 1985, progettata dall'arch. Enrico Micelli e riscaldata con convettori a battiscopa "Evitherm", di cui, recentemente, lo scrivente ha potuto constatare il perfetto funzionamento a seguito di misurazioni della temperatura media radiante e di quella ambiente, (fig. 6, 7, 8 e 9) fino alle case progettate o in corso di progettazione da parte dell'arch. Giancarlo Allen in provincia di Bergamo.

Anche lo scrivente ha all'attivo la progettazione di diversi impianti realizzati con convettori a zoccolo di cui i primi due, di fabbricazione austriaca mod. "Variotherm", realizzati nel 1993 uno nell'Oltrepò Pavese e l'altro in provincia di Novara.

Visto l'interesse crescente, da qualche anno anche alcune ditte italiane, al momento con una produzione artigianale o semi-industriale, stanno commercializzando diversi modelli di convettori a battiscopa di cui i migliori nel rapporto emissione termica/costo di produzione, sono quelli con tubo di rame diametro 22 x 1 mm e alette di alluminio lisce o, meglio corrugate nel numero di ca. 200 alette per metro lineare.

Il carter di rivestimento del convettore può essere metallico con deflettore dell'aria manovrabile manualmente per la più razionale distribuzione dell'aria e per eliminare l'imbrattamento delle pareti qualora fosse necessario far funzionare anche per brevi periodi i convettori a zoccolo con temperature dell'acqua più elevate (70-80° C); oppure il convettore può essere rivestito da listelli di legno frontale e superiore, lucidati naturalmente con cera d'api, quest'ultimo allestimento è certamente più "Bio" di quello metallico, anche se più costoso.

I convettori a battiscopa vengono installati lungo le pareti esterne alcuni centimetri al di sopra del pavimento (di regola 10 cm).

L'aria si riscalda tra le lamelle e poi sale lentamente verso l'alto all'esterno del rivestimento, formando una cortina di aria calda più leggera che lambisce per la sua intera altezza la parete perimetrale cui il convettore a zoccolo è addossato.

In questo modo l'aria, cede il suo contenuto calorifico alla parete, questa si scalda mentre l'aria si raffredda via via fino all'esaurimento della sua spinta ascensionale che avviene a circa 2 metri di altezza sopra il convettore a battiscopa.

Il volume complessivo dell'aria della stanza non prende parte a questo fenomeno di riscaldamento della parete, e rimane nel complesso fermo, fresco e libero dalle polveri. La temperatura radiante della parete raggiunge valori fino a 30° C in prossimità del convettore a battiscopa mentre il materiale che costituisce la superficie della parete es. intonaco, legno o tessuto non influenza granché questo fenomeno.

Costruzioni storiche con murature in pietra naturale spesse anche un metro possono benissimo essere riscaldate con questa tecnica così come gli edifici con pareti leggere di tamponamento tipiche dell'edilizia moderna.

Il collegamento idraulico dei convettori a battiscopa non differisce da quello dei comuni radiatori: due tubi di rame di piccolo diametro (10 - 14 mm), uno di andata e l'altro di ritorno assicurano l'alimentazione di ogni convettore la cui lunghezza massima consigliata non deve superare 3,5 m pena una sensibile riduzione dell'emissione termica.

Per un controllo preciso della temperatura ambiente locale per locale e per interagire con i guadagni di calore gratuiti dovuti alla radiazione solare e alle fonti interne (luci, persone, cucina, apparecchi elettrici ecc.) ogni convettore a battiscopa deve essere dotato di una valvola termostatica, oggi obbligatoria per legge (legge 10/91) e D.P.R. n.412 del 26 agosto 1993 art. 7 comma 7).

Già vent'anni fa, quando ancora non era usuale parlare del consumo energetico di un sistema di riscaldamento, si notò subito la particolare economia che questo tipo di sistema permetteva.

Non si tratta di nulla di miracoloso: l'aria interna raggiunge solamente temperature tra i 16 e i 19° C a seconda della destinazione d'uso dei locali, e perciò vengono limitate drasticamente le perdite

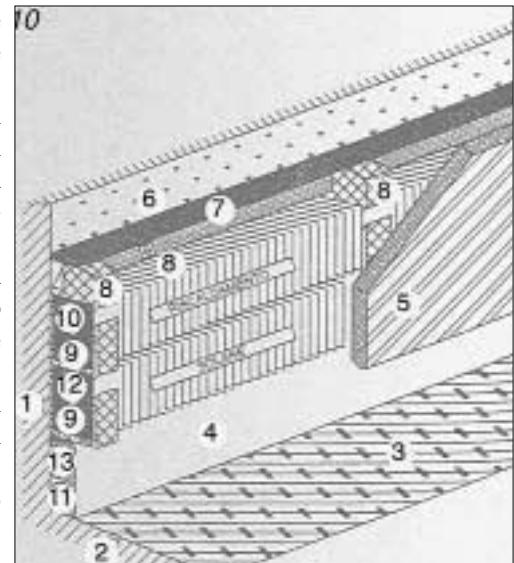


Fig. 10

di calore rispetto ai tradizionali sistemi a radiatori ad alta temperatura, dove si verifica una stratificazione dell'aria verso l'alto in prossimità del soffitto, zona dove notoriamente si verificano le dispersioni maggiori a causa della vasta superficie, della trasmittanza relativamente più elevata e dei ponti termici tra soffitto e pareti difficilmente eliminabili.

La cosa più importante però è l'essicazione artificiale delle pareti esterne, sulle quali si trovano i convettori a battiscopa: le murature asciutte conducono il calore dall'interno verso l'esterno in maniera peggiore rispetto alle murature umide, ossia offrono una resistenza termica maggiore rispetto a queste ultime.

Il riscaldamento delle pareti perimetrali con convettori a battiscopa consente di eliminare almeno il 5% dell'umidità della muratura ed in questo modo il valore di trasmittanza U risulta più basso di circa il 20-25%.

Un'ultima annotazione riguarda la possibilità dei convettori a battiscopa di essere alimentati con acqua calda proveniente da fonte solare mediante pannelli solari installati sul tetto o nel giardino dell'edificio; in questo caso è necessario un convettore a battiscopa con due tubi di rame diametro 22 x 1 mm, sovrapposti, muniti ciascuno delle proprie lamelle di scambio (fig. 10).

Il tubo inferiore sarà alimentato dall'acqua proveniente dai pannelli solari fornendo il cosiddetto riscaldamento di base mentre eventuali incrementi di temperatura verranno forniti dalla caldaia che alimenterà il tubo superiore collegato ad essa con circuito distinto e separato da quello dei pannelli solari.

Altri sistemi di riscaldamento radiante dove il tubo di rame ha trovato un'interessante possibilità di applicazione sono i pannelli radianti a parete preferiti a quelli a pavimento poiché non presentano problemi nella limitazione della temperatura superficiale e non provocano alterazioni del campo elettrico naturale a causa dell'attrito dell'acqua nei tubi: dai biologi della costruzione quelli a pavimento sono infatti raccomandati solo per bagni, cucine e locali di transito.

I sistemi di riscaldamento a parete possono essere realizzati con tecniche miste ossia utilizzando l'acqua come vettore del calore e l'aria circolante in una parete per il riscaldamento dell'ambiente. L'esempio più interessante a tal proposito è il riscaldamento a parete in laterizio denominato dal suo ideatore J. Steiner, riscaldamento a parete calda in laterizio ipotermico (fig. 11).

Lo sviluppo del riscaldamento ipotermico a parete di mattoni forati si basa sul principio del riscaldamento a ipocausto degli antichi romani ma a differenza di quello concepito due millenni orsono, questo non ha gli inevitabili difetti dovuti ai metodi empirici di dimensionamento e alla mancanza di caldaie o stufe con elevati rendimenti quali quelle di cui oggi si dispone, del tutto sconosciute e inesistenti nell'antichità.

Le perdite di energia che avvenivano attraverso l'ipocausto dei romani erano elevate giacché il ciclo del calore era aperto e i fumi uscivano dalle pareti cave ancora caldi determinando un consumo di grandi quantità di legna nelle fornaci.

Il riscaldamento ipotermico a parete di mattoni è dunque la combinazione della moderna tecnica con il collaudato principio del riscaldamento ad ipocausto per irraggiamento.

Il calore, dalla fonte di produzione, è trasportato dall'acqua e non più dall'aria fino alla superficie scaldante.

In questo modo arriva solo il calore necessario ed esso viene portato nel punto preciso dove è richiesto, ciò consente di ridurre al minimo le perdite di distribuzione.

Nella parete però non scorre acqua ma circola aria calda in un circuito chiuso e ciò garantisce una durata illimitata del sistema.

Grazie all'utilizzo di materiali costruttivi biologici e alla positiva azione sul clima interno, questo tipo di impianto interpreta perfettamente le necessità di un riscaldamento sano e di elevato risparmio energetico sia nel campo della ristrutturazione che per le nuove costruzioni.

L'elemento base di questo sistema di riscaldamento a parete è un sottile mattone forato con due camere d'aria separate dello spessore totale di 12 cm. La parte superiore e quella inferiore della

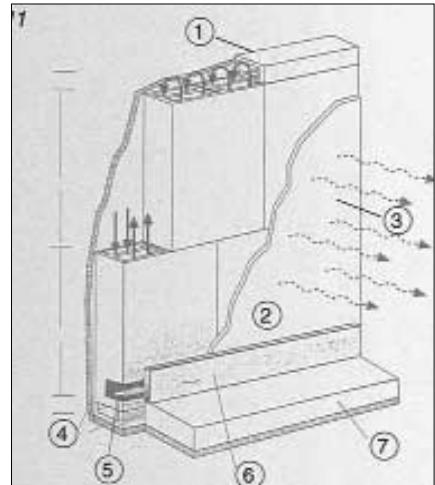


Fig. 11

parete viene completata da un mattone terminale a forma di U per consentire il giro dell'aria realizzando così il ciclo chiuso della stessa nella parete.

Nella fila di camere d'aria verso il locale da riscaldare viene inserito al di sopra del pavimento uno scambiatore di calore in tubo di rame alettato ed esso viene ricoperto da uno zoccolino battiscopa.

Appena l'acqua calda scorre attraverso lo scambiatore di calore in rame, si sviluppa sopra di esso all'interno della parete una circolazione naturale di aria calda (moto convettivo) che sale verso l'alto.

Salendo, l'aria calda cede il suo calore all'intera superficie della parete scaldante e genera dal lato verso il locale un'emissione di calore per irraggiamento.

L'aria quindi si raffredda e passando nel mattone terminale ad "U" scende verso il basso nella camera d'aria posteriore dove viene richiamata nuovamente dallo scambiatore per essere successivamente riscaldata in modo da sviluppare una circolazione continua dell'aria all'interno della parete stessa. Il sistema di riscaldamento ipotermico a parete di mattoni deve il suo alto rendimento proprio a questo ciclo chiuso dell'aria calda all'interno della parete scaldante.

A causa del sottile spessore dei mattoni forati, la massa della parete scaldante viene limitata allo stretto necessario e quindi tale sistema di riscaldamento possiede una limitata inerzia termica.

poiché lo scambiatore di calore è posto proprio alla base della parete dietro una zoccolatura rimovibile, nella parete stessa non scorre acqua, e perciò questo sistema non è incline a subire danni meccanici.

Per evitare perdite di calore dirette dalle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda allo scambiatore di calore, la parete viene fissata ad uno strato di materiale isolante posto sia sotto la parete sia, naturalmente, sul lato verso l'esterno in modo tale che la cessione di calore avvenga solo verso l'ambiente da riscaldare.

La parete radiante in mattoni può avere un'altezza massima di 2 m è ciò per ovvie ragioni di cessione del calore al laterizio che superata tale altezza diventa assai modesta oltre al fatto che le perdite di carico continue e accidentali che l'aria incontra nel ciclo chiuso all'interno della parete devono essere necessariamente limitate perché il moto convettivo naturale possa dispiegare bene il suo effetto.

In tali condizioni ottimali una parete radiante di due metri di altezza per un metro di larghezza, dunque 2 mq secondo le prove condotte in base alla norma DIN 4704 con una temperatura ambiente di 20° C, un esponente $n=1$, del corpo scaldante (tubo di rame alettato diametro esterno 22 mm) e una temperatura media dell'acqua di 80° C, da un'emissione termica di 216 W.

Secondo i principi della biologia delle costruzioni e di un riscaldamento sano il produttore consiglia giustamente di non superare una temperatura media dell'acqua di 60° C con una temperatura ambiente di 18° C, ideale con tale tipo di riscaldamento per irraggiamento da parete, e in tali condizioni l'emissione termica sopra citata scende a 144 W sempre per una parete larga 1 m e alta 2 m.

I sistemi di riscaldamento a pareti radiantì possono anche essere realizzati con l'inserimento di tubazioni in rame dove circola il fluido termovettore riscaldato ad esempio da una caldaia a gas, si tratta dunque di pareti radiantì con circuito ad acqua.

Questa tecnica è conosciuta anche in Italia, ma è stata utilizzata solo marginalmente per il riscaldamento complementare di taluni locali come ad esempio i bagni con finestre e soffitto disperdente dove per compensare le dispersioni termiche abbastanza elevate, non avendo a disposizione l'intera superficie del pavimento, a causa della presenza degli apparecchi sanitari, si realizzava un riscaldamento a parete con l'inserimento sotto intonaco di tubi di rame di piccolo diametro (10 mm interno) ed anche meno a forma di serpantino.

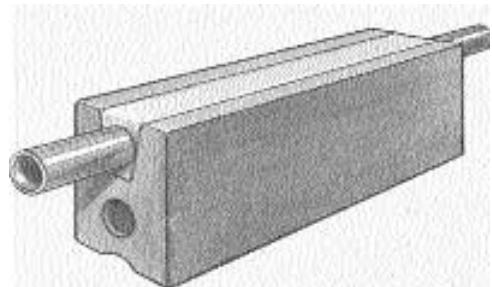


Fig. 12a

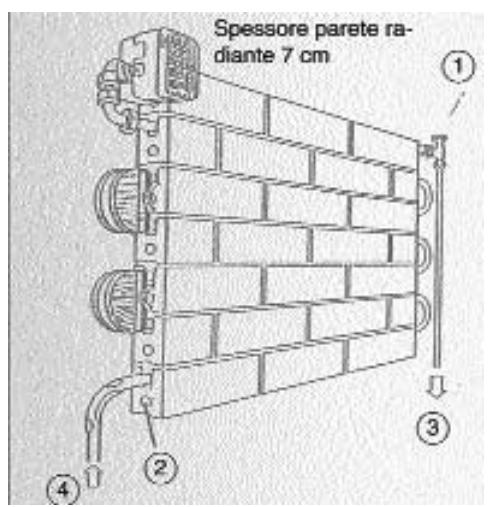


FIG. 12b

Attualmente si conoscono due sistemi di riscaldamento radiante a parete con circuito ad acqua in tubo di rame.

Il primo brevettato da una ditta austriaca è costituito da speciali mattoni di argilla scanalati per l'intera lunghezza in modo da potervi inserire un tubo di rame; la dimensione del singolo mattone è di 245x95x70 mm di spessore ed esso è provvisto di un foro passante nella parte inferiore per inserirvi tubi di distribuzione dell'acqua o cavi elettrici (fig. 12 a).

La parete riscaldante dello spessore di 7 cm viene murata contro una parete perimetrale dotata di un buon grado di isolamento termico oppure può essere inserita come parete divisoria tra due locali in modo che il riscaldamento avvenga da entrambe le parti. (fig. 12 b).

Il tubo di rame del diametro esterno di 22 mm viene inserito nella scanalatura del mattone e la malta apposita ricopre il tubo garantendo la trasmissione di calore e nel contempo serve come malta per costruire la parete in muratura.

Il produttore mette a disposizione anche mattoni speciali per formare pareti curvate o ad angolo. La temperatura dell'acqua nella parete può essere portata fino a 50°C senza problemi di asimmetria della temperatura radiante della parete stessa e la temperatura ambiente può essere controllata con precisione da un cronotermostato.

Il calore radiante così generato consente livelli di confort accettabili anche con temperature dell'aria di 16-18°C e conseguentemente un significativo risparmio energetico.

La capacità di accumulo di calore della parete permette lunghe pause nel riscaldamento (fino a 4 ore) con evidente riduzione dei costi di gestione dell'impianto.

Ogni parete riscaldante viene collegata da una tubazione di andata e ritorno dello stesso materiale presente all'interno della parete ma di diametro adeguato a seconda della portata dell'acqua circolante per ottenere la resa termica effettiva.

La resa termica della parete radiante siffatta isolata termicamente sul rovescio (parete perimetrale) è di circa 260 W/mq con una temperatura media del fluido termovettore di 45° C e una temperatura ambiente di 20° C (dati riferiti a tubo di rame diametro 22 x 1 mm con interasse di 10 cm tra i tubi incorporati nella parete).

Tutte le tubazioni fanno capo a collettori di distribuzione rendendo i collegamenti con le pareti non dissimili da quelli di comuni radiatori con impianto a due tubi e distribuzione orizzontale (fig. 12 c).

Nei bagni e nel corridoio di ingresso si consiglia una integrazione con riscaldamento a pannelli radianti a pavimento.

Una volta costruita la parete, questa può essere intonacata, piastrellata o rivestita di pittura murale a calce; eventuali fori possono essere fatti successivamente senza problemi poiché i tubi corrono in modo regolare e sono facilmente localizzabili.

Il secondo sistema di pareti radianti ad acqua è molto simile a quello prima citato utilizzato in Italia, e consiste in un tubo di rame del diametro esterno di 16 mm piegato a forma di serpantino che viene fissato ad incastro su un pannello isolante mediante speciali binari a morsetti. Il serpantino di rame viene poi annegato in una malta speciale con elevata conducibilità termica e successivamente una volta asciugata la parete viene posata una rete portaintonaco e quindi l'intonaco di calce o calce e gesso oppure le piastrelle (fig. 13).

Rispetto al sistema precedente la posa è più rapida ed agevole anche se viene a mancare parzialmente la capacità di accumulo di calore della struttura muraria.

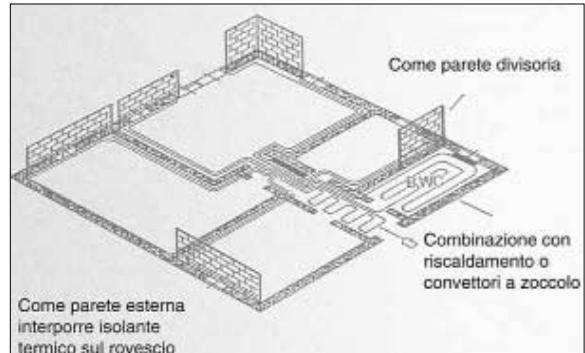


Fig. 12c

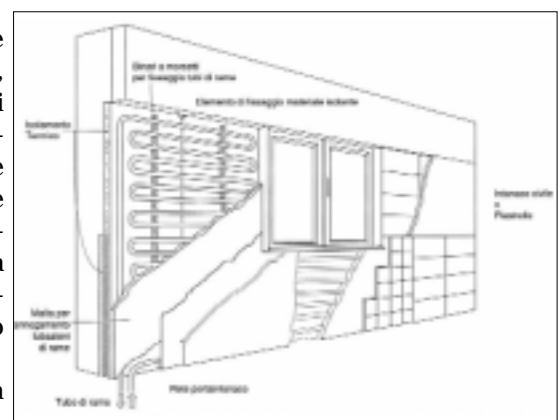


Fig. 13

Il sistema risulta però meno costoso del precedente e si presta ad essere realizzato in modo artigianale senza particolari accorgimenti tecnici.

La sua semplicità di esecuzione e il livello elevato di adattabilità alle superfici lo rendono particolarmente idoneo nel recupero o nella ristrutturazione edilizia grazie ai ridotti spessori di ingombro 3-4 cm.

In conclusione, si può affermare che il rame nell'edilizia bioecologica e negli impianti di riscaldamento a radiazione e a bassa temperatura di alimentazione presenta tutti i requisiti richiesti dai tecnici di questo settore, di solito assai intransigenti nelle loro decisioni e assai poco inclini a raggiungere facili compromessi, e grazie alle sue ben note qualità e caratteristiche garantisce ai posatori, siano essi lattonieri o installatori, di conseguire i risultati richiesti anche nelle più difficili e complesse realizzazioni.